

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-121983

(43)Date of publication of application : 23.04.2003

(51)Int.Cl.

G03F 1/08  
G01B 11/30  
G01N 21/956  
H01L 21/027

(21)Application number : 2001-318502

(71)Applicant : DAINIPPON PRINTING CO LTD

(22)Date of filing : 16.10.2001

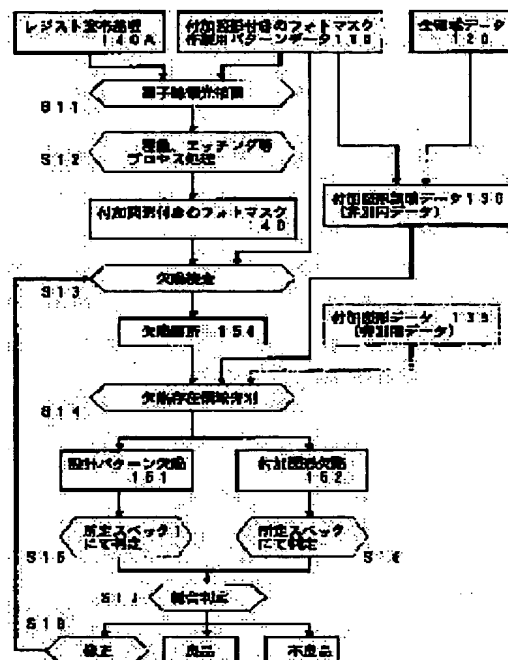
(72)Inventor : NARUKAWA TERUSATO  
YAMAZAKI SEIJI  
NARA HIDEYUKI  
MACHITANI YUJI  
TOMITA TATSUYA

## (54) DEFECT INSPECTING METHOD FOR PHOTOMASK WITH ADDITIONAL FIGURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a defect inspecting method for a photomask with an additional figure which has good inspection efficiency.

SOLUTION: The method includes (a) a defect inspection step for detecting a defective part by inspecting the manufactured photomask with the additional figure with specific detection sensitivity by using photomask pattern data for additional figure added photomask production and then obtaining position coordinates of respective defects, (b) a discrimination data preparation step for preparing discrimination data for discriminating whether or not each detected defect is in an additional figure presence areas by arranging the discrimination data as a photomask image, (c) a defect presence area discrimination step for discriminating whether each defect is in the additional figure presence area by matching the position coordinates of the respective defects detected at the defect inspection step against the discrimination data prepared at the discrimination data preparation step, and (d) a decision step for deciding the discriminated defects with respective specifications.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-121983

(P2003-121983A)

(43) 公開日 平成15年4月23日 (2003.4.23)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 0 3 F 1/08

G 0 3 F 1/08

S 2 F 0 6 5

G 0 1 B 11/30

G 0 1 B 11/30

Z 2 G 0 5 1

G 0 1 N 21/956

G 0 1 N 21/956

A 2 H 0 9 5

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/30

5 0 2 P

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願2001-318502(P2001-318502)

(22) 出願日

平成13年10月16日 (2001.10.16)

(71) 出願人

000002897

大日本印刷株式会社

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

(72) 発明者

鳴河 照悟

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

大日本印刷株式会社内

(72) 発明者

山崎 清司

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

大日本印刷株式会社内

(74) 代理人

100111659

弁理士 金山 聡

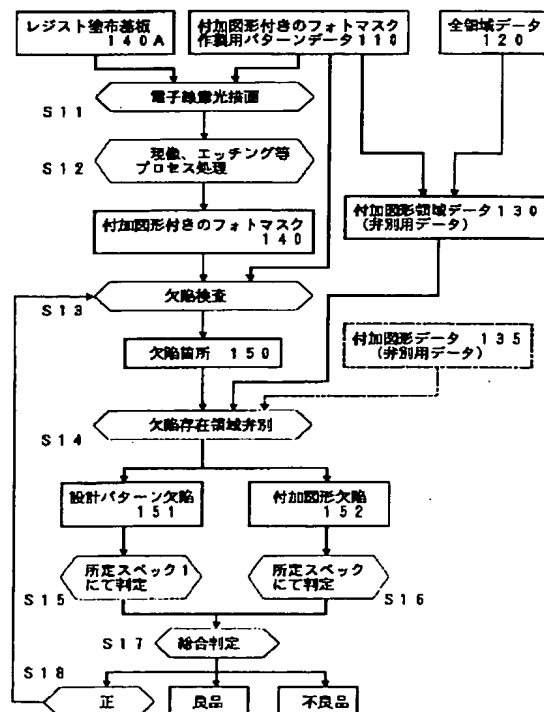
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 付加図形付きフォトマスクの欠陥検査方法

(57) 【要約】

【課題】 検査効率の良い付加図形付きフォトマスクの欠陥検査方法を提供する。

【解決手段】 (a) 付加図形付きフォトマスク作製のフォトマスクパターンデータを用いて、所定の検出感度で、作製された付加図形付きフォトマスクを検査して、欠陥部を検出し、各欠陥の位置座標を得る欠陥検査ステップと、(b) 検出された各欠陥が付加図形存在領域にあるか否かを弁別するための弁別用データを、フォトマスクイメージとして配置して用意する弁別用データ準備ステップと、(c) 弁別用データ準備ステップにて用意された弁別用データと、欠陥検査ステップにて検出された各欠陥の位置座標とを、個々付け合せ、各欠陥が付加図形存在領域にあるか否かを弁別する欠陥存在領域弁別ステップと、(d) 弁別された欠陥を、それぞれのスパックにて判定する判定ステップとを、備えている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 図形密度を均一化するための付加図形を複数設けた付加図形付きのフォトマスクの欠陥検査方法であって、(a) 付加図形付きフォトマスク作製のフォトマスクパターンデータを用いて、所定の検出感度で、作製された付加図形付きのフォトマスクを検査して、欠陥部を検出し、各欠陥の位置座標を得る欠陥検査ステップと、(b) 検出された各欠陥が付加図形存在領域にあるか否かを弁別するための弁別用データを、フォトマスクイメージとして配置して用意する弁別用データ準備ステップと、(c) 弁別用データ準備ステップにて用意された弁別用データと、欠陥検査ステップにて検出された各欠陥の位置座標とを、個々付き合せ、各欠陥が付加図形存在領域にあるか否かを弁別する欠陥存在領域弁別ステップと、(d) 弁別された欠陥を、それぞれのスペックにて判定する判定ステップとを、備えていることを特徴とする付加図形付きフォトマスクの欠陥検査方法。

【請求項2】 請求項1における弁別用データ準備ステップは、付加図形存在領域を弁別用領域として規定する付加図形領域データあるいは付加図形存在禁止領域を弁別用領域として規定する付加図形禁止領域データを、弁別用データとして、フォトマスクイメージとして配置して用意するものであることを特徴とする付加図形付きフォトマスクの欠陥検査方法。

【請求項3】 請求項1における弁別用データ準備ステップは、フォトマスクイメージで付加図形のみを配設した付加図形データを、弁別用データとして、用意するものであることを特徴とする付加図形付きフォトマスクの欠陥検査方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体製造においてウエーハの処理層を平坦化するための、付加図形付きのフォトマスクの欠陥検査方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、電子機器の高性能化、軽薄短小の傾向から、ASICに代表される種々のLSIには、ますます高集積化、高機能化が求められるようになってきている中、半導体製造においては、品質面からウエーハの処理層をより平坦に形成することが、求められるようになってきた。半導体製造における、ウエーハの処理層、絶縁層を平坦化する技術の一つとして、USP5、597、668号には、半導体製造に用いられるフォトマスクとして、回路部以外の回路部構成に寄与しない付加ボタン（以下、付加図形とも言う）を配したものが挙げられている。一般に、ウエーハ上に、ポリシリコン層、絶縁層、配線層、絶縁層と繰り返し堆積することにより、最終的なウエーハ製造工程が完了するが、ポリシリコン、配線層は、設計データ上のボタンの存在する部分にのみ層が堆積するため、ボタンの有無により、加工

ウエーハ表面に凹凸が発生する。絶縁層、配線層を順に堆積していくため、ボタンの無い部分と存在する部分の凹凸差は次第に大きくなる。ウエーハ上のボタン形状の微細化に伴い、この凹凸差の許容範囲が狭くなっている。

【0003】 ここで、付加ボタンの有意性について、図2に基づいて簡単に説明しておく。例えば、図2(a)(イ)に示すような、ボタン密度が密なボタン部210のボタン（図形ボタンないし図形とも言う）211と、ボタン密度が粗なボタン部のボタン212とを有する処理層（配線層）の場合、その上に堆積させる堆積層（絶縁層）の厚さは、図2(a)(ロ)のように、ボタン粗密に対応して大きく変化するのに対し、図2(b)

(イ)に示すように、付加ボタン231を加えて、ボタン密度を均一化した処理層の場合、その上に堆積させる堆積層（絶縁層）の厚さは、図2(b)(ロ)のように均一になる。230は付加ボタン部である。尚、図2

(a)(ロ)、図2(b)(ロ)は、半導体製造におけるウエーハプロセス工程の概念を断面図で示し、図2

(a)(イ)、図2(b)(イ)は、それぞれ、図2

(a)(ロ)のE1側、図2(b)(ロ)のE2側から見た図で、図2(b)(ロ)は、図2(b)(イ)のE3-E4における断面図である。一般に、このような堆積層を直接、あるいは、さらにその上に堆積された処理層（堆積層でもある）をパターンニングする場合、転写する際のウエーハ表面の堆積層の平坦性が良い方が、フォトマスクからウエーハへの転写精度は良いことが知られており、結局、ボタン密度を均一化して処理層を形成することにより、フォトマスクからウエーハへの転写精度を上げることができる。

【0004】 上述した、ウエーハの処理層に付加ボタンを発生させるための、付加図形付きフォトマスク作製のフォトマスクデータは、従来、図3に示す作成方法で行われていた。S310～S350は処理ステップである。以下、図3に示す付加図形付きフォトマスク作製のフォトマスクデータの作成方法を、図4に示す例を参照にして説明する。図4(a)～図4(f)は、ここでは、このような表示状態のボタンデータを意味する。図3の付加図形領域を作成するステップS310では、最初に付加ボタンを配置する領域を求める。図4(a)の中でdpは、設計データDP中の図形（回路ボタンないし図形ボタンとも言う）を示している。図形dpと付加図形（付加ボタンとも言う）とが接触しないように、図形と付加図形の最小間隔をdistとする。図形dpをサイジング図形処理によりオーバーサイズした図形NAを作成した（図示していない）後、設計データ全体の領域から図形NAを論理NOT図形処理により差し引くことで、付加図形を配置する付加図形領域adを有する領域データADを作成する。（図4(b)）続いて、図3の全体領域に付加図形を発生するステップS320で

10

20

30

40

50

は、領域  $a$   $d$  全体にわたり配列形状に付加図形  $d$   $t$  を配列した付加図形用データ（単に付加図形データとも言う） $D$   $T$  を作成する。（図4（c））通常、長方形が2次元配列されたものである。次に、論理AND図形処理により領域データ  $A$   $D$  と付加図形用データ  $D$   $T$  との論理積をとり、付加図形領域  $a$   $d$  中にもみ付加図形を含むパターンデータを求める。（図4（d）、S330））論理AND図形処理により求められたパターンデータには、欠け付加図形（微小付加図形とも言う） $d$   $d$  が発生する。次に、図3の欠け付加図形を削除するステップS340では、フォトマスク製造、ウェーハ製造において、微小図形が問題となりうるため、サイジング図形処理により、順にアンダサイズとオーバーサイズを実施することで、パターンデータから欠け付加図形  $d$   $d$  を取り除いたパターンデータを得る。（図4（e））。次に、論理OR図形演算処理により、図4（e）に示すパターンデータと、元の設計データ  $D$   $P$  から最終的な付加図形付きパターンデータ  $F$   $P$   $O$  を得る。（図4（f）、S350）設計データの図形  $d$   $p$  と図4（e）に示すパターンデータの付加図形  $d$   $t$  とを合わせ込む。付加図形付きパターンデータ  $F$   $P$   $O$  が、フォトマスク作製のデータである。

【0005】尚、図5（a）に示すように、データ領域  $D$   $a$  内に四角形の図形（パターン） $A$ 、図形（パターン） $B$  が表される場合、これに対応する、図形  $A$  と図形  $B$  の論理積（AND）、図形  $A$  と図形  $B$  の論理和（OR）、図形  $B$  の反転（InverseあるいはNOT（ $B$ ）とも言う）は、それぞれ、図5（b）、図5（c）、図5（d）の黒部として表される。実際の処理内容については、既に広く知られており、ここでは省略する。

【0006】そして、このようにして作製された付加図形付きパターンデータ  $F$   $P$   $O$  を用いて作製されたフォトマスクの欠陥検査では、欠陥検査装置により、付加図形付きパターンデータとの比較により検出された不一致箇所を欠陥としていた。そして、付加図形付きパターンデータを用いて作製されたフォトマスクの検査は、設計データのパタンの高密度化、微細化に伴ない、設計データのパターンに対応し、一段と厳しい欠陥検出の感度を設定して、行われるようになってきた。尚、欠陥検出は、装置側で決められた所定の欠陥検出感度で行われ、通常は、検出された欠陥のサイズでもって、欠陥検出感度を定義している。このような、付加図形付きパターンデータを用いて作製された、付加図形付きフォトマスクの検査方法においては、欠陥があっても回路上問題とならない、平坦化を目的として付加された付加パターン領域についても、必要以上に厳しい欠陥検出レベルで検査が行われ、その領域で欠陥と検出され箇所についても、確認を行なう必要があり、検査効率の面で問題となっていた。更に、検査後、レーザ、イオンビーム等による残部欠陥除去、集束イオンビームアシストCVDによる欠陥欠陥修正等を行なうことがあるが、欠陥部を完全に修正することは難し

く、再度の欠陥検査装置による検査において、欠陥として検出されることがあり、この場合も、付加された付加パターン領域について、必要以上に厳しい欠陥検出レベルで検査が行われていた。

#### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来、付加図形付きフォトマスクの欠陥検査方法においては、欠陥があっても回路上問題とならない、平坦化を目的として付加された付加図形についても、必要以上に厳しい欠陥検出レベルで検査が行われ、その領域で欠陥と検出された箇所についても、確認を行なう必要があり、検査効率の面で問題となっていた。本発明は、これに対応し、検査効率の良い付加図形付きフォトマスクの欠陥検査方法を提供しようとするものである。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の付加図形付きフォトマスクの欠陥検査方法は、図形密度を均一化するための付加図形を複数設けた付加図形付きのフォトマスクの欠陥検査方法であって、（a）付加図形付きフォトマスク作製のフォトマスクパターンデータを用いて、所定の検出感度で、作製された付加図形付きのフォトマスクを検査して、欠陥部を検出し、各欠陥の位置座標を得る欠陥検査ステップと、（b）検出された各欠陥が付加図形存在領域にあるか否かを弁別するための弁別用データを、フォトマスクイメージとして配置して用意する弁別用データ準備ステップと、（c）弁別用データ準備ステップにて用意された弁別用データと、欠陥検査ステップにて検出された各欠陥の位置座標とを、個々付き合せ、各欠陥が付加図形存在領域にあるか否かを弁別する欠陥存在領域弁別ステップと、（d）弁別された欠陥を、それぞれのスペックにて判定する判定ステップとを、備えていることを特徴とするものである。そして、上記における弁別用データ準備ステップは、付加図形存在領域を弁別用領域として規定する付加図形領域データあるいは付加図形存在禁止領域を弁別用領域として規定する付加図形禁止領域データを、弁別用データとして、フォトマスクイメージとして配置して用意するものであることを特徴とするものである。あるいは、上記における弁別用データ準備ステップは、フォトマスクイメージで付加図形のみを配設した付加図形データを、弁別用データとして、用意するものであることを特徴とするものである。「データをフォトマスクイメージとして配置して用意する」とは、フォトマスクに形成される絵柄の状態として用意することを意味する。

#### 【0009】

【作用】本発明の付加図形付きフォトマスクパタンの欠陥検査方法は、このような構成にすることにより、検査効率の良い付加図形付きフォトマスクの検査方法の提供を可能としている。具体的には、（a）付加図形付きフォトマスク作製のフォトマスクパターンデータを用い

て、所定の検出感度で、作製された付加図形付きのフォトマスクを検査して、欠陥部を検出し、各欠陥の位置座標を得る欠陥検査ステップと、(b) 検出された各欠陥が付加図形存在領域にあるか否かを弁別するための弁別用データを、フォトマスクイメージとして配置して用意する弁別用データ準備ステップと、(c) 弁別用データ準備ステップにて用意された弁別用データと、欠陥検査ステップにて検出された各欠陥の位置座標とを、個々付き合せ、各欠陥が付加図形存在領域にあるか否かを弁別する欠陥存在領域弁別ステップと、(d) 弁別された欠陥を、それぞれのスペックにて判定する判定ステップとを、備えていることにより、これを達成している。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態の例を挙げて説明する。図1は本発明の付加図形付きフォトマスクパタンの欠陥検査方法の実施の形態の1例の処理を示したフロー図である。図1中、110は付加図形付きフォトマスクパターンデータ、120は全領域データ、130は付加図形領域データ（弁別用データとも言う）、135は付加図形データ（弁別用データとも言う）、140は付加図形付きのフォトマスク、140Aはレジスト塗布基板、150は欠陥箇所、151は設計パターン欠陥、152は付加図形欠陥である。尚、図1中、S11～S18は処理ステップを示す。

【0011】はじめに、本発明の付加図形付きフォトマスクパタンの欠陥検査方法の実施の形態の1例を、図1に基づいて説明する。本例は、付加図形付きフォトマスク作製用パターンデータ110を用いて電子線露光描画され（S11）、現像プロセス処理、エッチングプロセス処理等（S12）を経て、作製された付加図形付きフォトマスク140に対して、欠陥検出を行なう検査方法で、設計データに基づき形成された図形（設計パターンあるいは設計図形とも言う）の欠陥部と付加図形の欠陥部とでは、それぞれ別のスペックで、判定する検査方法である。まず、付加図形付きフォトマスク作製用のフォトマスクパターンデータ110を用いて、所定の検出感度で、作製された付加図形付きのフォトマスク140を、データとの比較により検査する検査装置（例えば、KLA社製検査装置）で検査して、欠陥部を検出し、各欠陥の位置座標を得る欠陥検査を行なう。（S13）これにより、設計データに基づき形成された図形（設計パターンとも言う）の欠陥位置とともに付加図形の欠陥位置が抽出されるが、それぞれの欠陥部が、設計データに基づき形成された図形の欠陥なのか、付加図形の欠陥なのかは、判別がつかない。尚、検査の際、付加図形付きフォトマスク作製用のフォトマスクパターンデータ110は、検査装置にて、フォトマスクイメージに変換された状態で、フォトマスクと比較検査される。フォトマスクイメージの状態は、図4（f）のFPOに相当する。

【0012】次いで、検出された各欠陥が付加図形存在

領域にあるか否かを弁別するための弁別用データとして、付加図形領域データを、フォトマスクイメージとして配置して用意する。付加図形領域データは、フォトマスクイメージでその全領域を表す全領域データから、付加図形付きフォトマスク作製のフォトマスクパターンデータ110の図形を、マスクイメージとして所定サイズだけオーバーサイズしたパターンデータを、論理NOT図形処理により差し引いた領域データである。弁別用領域データ（弁別用データ）130は、図4（b）の領域データADに相当する。

【0013】次いで、用意された付加図形領域データ

（弁別用データ）130と、欠陥検査ステップにて検出された各欠陥の位置座標とを、個々付き合せ、欠陥が付加図形領域内に存在するか否かを弁別する。（S14）処理は、欠陥の位置座標データに基づき、各欠陥の位置座標に対応した位置に所定サイズの図形を設けた、フォトマスクイメージのデータを作成し、このデータと、フォトマスクイメージの付加図形領域データとを論理AND図形処理するものである。

【0014】そして、更に、弁別された欠陥を、それぞれのスペックにて判定する。この判定は、欠陥部を拡大した状態でスケール等を用いて判定する。設計データにより形成された図形については、厳しい所定のスペック1で判定を行ない（S15）、付加図形については、設計データにより形成された図形の場合よりも緩いスペックで判定を行ない（S16）、両判定を合せて総合判定とし、修正を更に行なうか、このまま良品とするか、このまま不良品とするかを決める。（S17）設計データにより形成された図形は、設計データの設計ルールに応じて、例えば0.2μmあるいは0.15μm等のサイズで判定し、付加図形については、小さい欠陥であれば問題ないとする。

【0015】尚、修正を行なう場合については、修正（S18）した後、再度、前述のS13～S17を繰り返す。そして、このように、検査、修正を繰り返し、欠陥部を修正できるものは修正してフォトマスクとしての良品を得る。

【0016】本例の変形例としては、本例において、検出された各欠陥が付加図形存在領域にあるか否かを弁別するための弁別用データとして、付加図形領域データに代え、フォトマスクイメージで付加図形禁止領域を弁別領域として規定した付加図形禁止領域データを用意し、この付加図形禁止領域データを用い、欠陥検査ステップにて検出された各欠陥の位置座標とを、個々付き合せ、欠陥が付加図形禁止領域内に存在するか否かを弁別する方法が挙げられる。この処理も、論理AND図形処理により行なう。

【0017】本例の別の変形例としては、本例において、検出された各欠陥が付加図形存在領域にあるか否かを弁別するための弁別用データとして、付加図形領域デ

ータに代え、フォトマスクイメージで付加図形のみを配設した付加図形データ（図1の135）を用意し、この付加図形データ135（図4の（e））に示すパターンデータに相当）を用い、欠陥検査ステップにて検出された各欠陥の位置座標とを、個々付き合せ、欠陥が弁別領域内に存在するか否かを弁別する（図1のS14）方法が挙げられる。この処理は、欠陥部の位置から所定方向に所定距離だけ離れた位置に付加図形データの図形があるか否かにより行なう。

#### 【0018】

【発明の効果】本発明は、上記のように、検査効率の良い付加図形付きフォトマスクの検査方法の提供を可能にした。詳しくは、設計データにより形成された図形と、付加図形とを、それぞれ、別スペックで判定できる付加図形付きフォトマスクの検査方法を提供し、これにより、検査効率を上げることを可能とした。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の付加図形付きフォトマスクパタンの検査方法の実施の形態の1例の処理を示したフロー図である。

【図2】ウェーハの処理面状態を示した図である。

【図3】従来の付加図形付きフォトマスク作製のデータの作成方法のフロー図である。

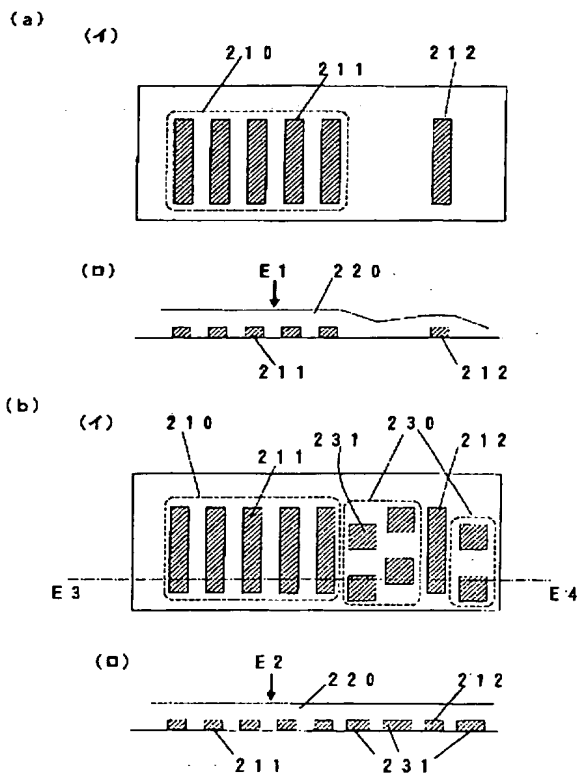
【図4】従来の付加図形付きフォトマスク作製のデータの作成方法の各処理における状態を示した図である。

【図5】パターンデータの図形演算処理を説明するための図である。

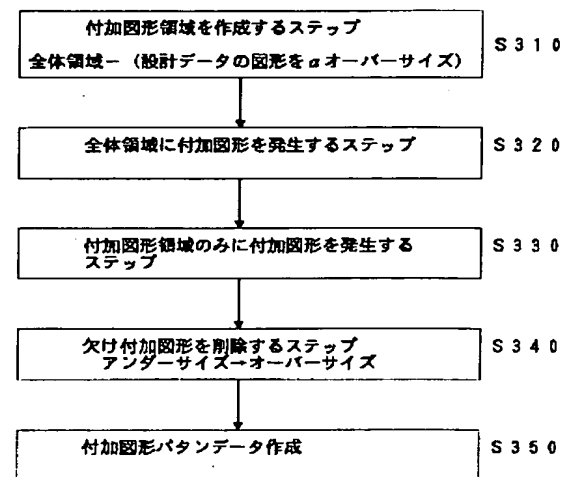
#### 【符号の説明】

110	付加図形付きフォトマスクパターンデータ
120	全領域データ
130	付加図形領域データ（弁別データとも言う）
135	付加図形データ（弁別データとも言う）
140	付加図形付きのフォトマスク
140A	レジスト塗布基板
150	欠陥箇所
151	設計パターン欠陥
152	付加図形欠陥
DP	設計データ
DT	付加図形用データ（単に付加図形データとも言う）
FPO	付加図形付きパターンデータ
AD	領域データ
20	a d
	d d
	d p
	言う）
	d t
	d i s t
	最小間隔

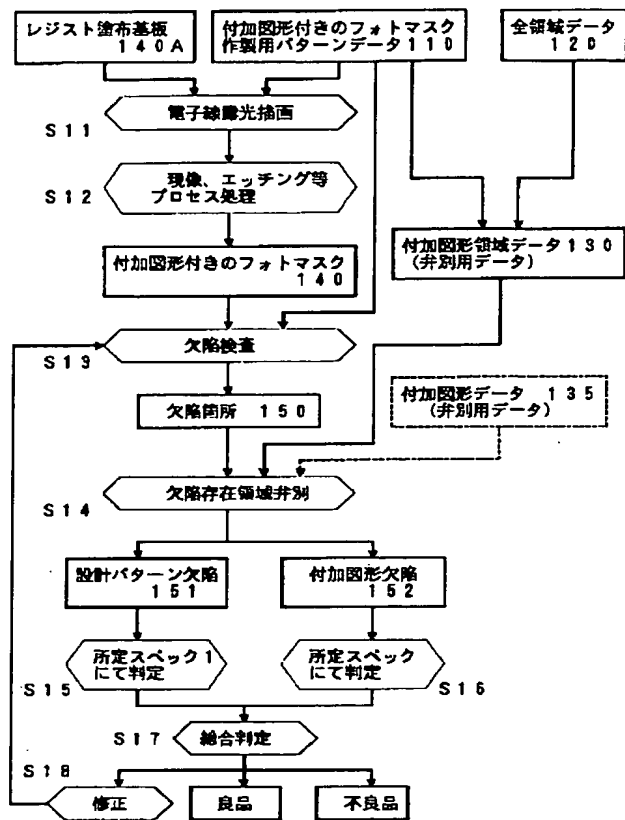
【図2】



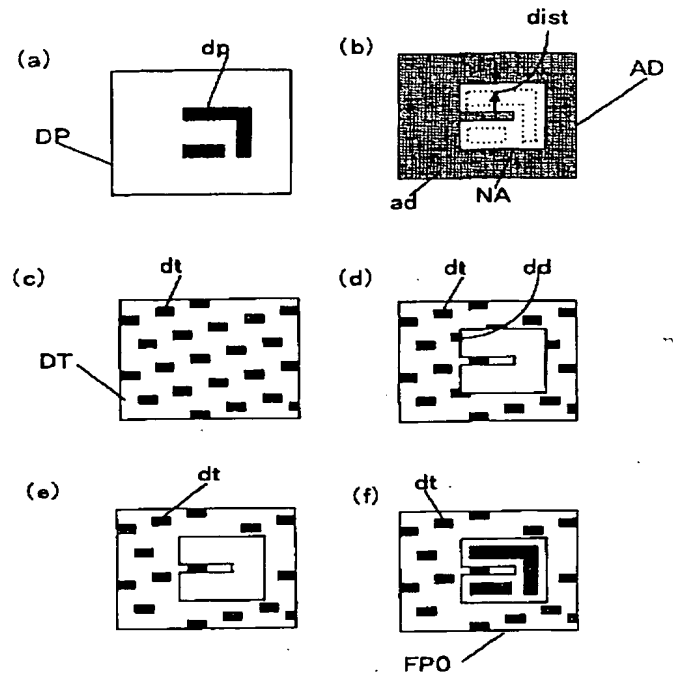
【図3】



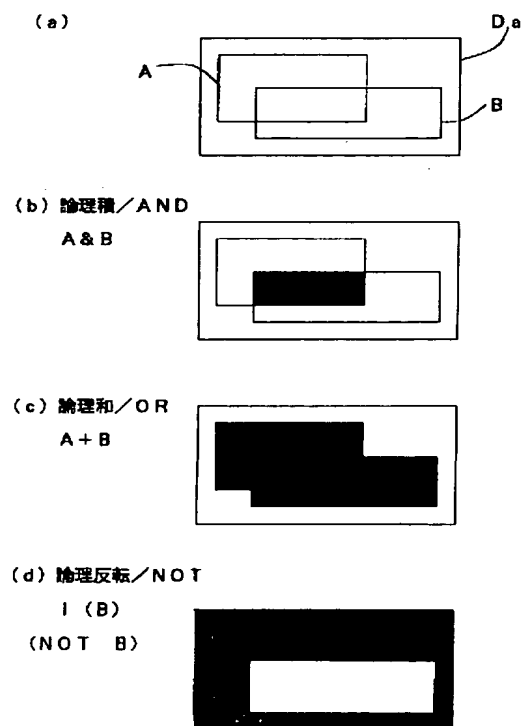
【図1】



【図4】



【図5】





フロントページの続き

(72)発明者 奈良 秀之  
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号  
大日本印刷株式会社内

(72)発明者 町谷 雄二  
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号  
大日本印刷株式会社内

(72)発明者 富田 達也  
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号  
大日本印刷株式会社内

Fターム(参考) 2F065 AA01 AA20 AA49 AA56 BB02  
CC18 DD06 FF04 FF61 QQ06  
QQ25 QQ31 RR05 TT08 UU05  
2G051 AA56 AB02 AC21 EB09  
2H095 BD04